



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03134552 A**(43) Date of publication of application: **07.06.91**

(51) Int. Cl.

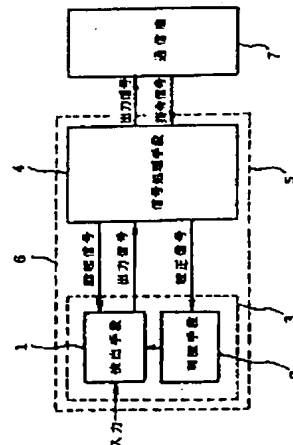
G01N 27/22
G01N 27/00(21) Application number: **01271666**(22) Date of filing: **20.10.89**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor:
SHIMADA SATOSHI
SUZUKI KIYOMITSU
TSUCHIYA SHIGEKI
UKAI SEIICHI
KANEYASU MASAMI
KUROIWA HIROSHI
YOKOTA YOSHIHIRO**(54) DETECTING APPARATUS WITH
SELF-CALIBRATION FUNCTION****(57) Abstract:**

PURPOSE: To enable self-calibration on line by providing a stimulating means adjacent to a detecting means thereby to form the detecting means and stimulating means into one body and applying a calibration signal therethrough.

CONSTITUTION: This apparatus is provided with a detecting means 1, a stimulating means 2 for stimulating the detecting means 1 and a signal processing means 4. When a calibration signal is generated from the processing means 4 through the stimulating means 2 to the detecting means 1, a response proper to the detecting means 1 is measured. Self-calibration and correction of the characteristic are conducted based on the changing amount of the response. In other words, the stimulating means 2 is provided adjacent to the detecting means 1, so that the means 1 and 2 are formed integrally into one body. The calibration signal is given through the integrated body. Therefore, a response delay from the detecting means 1 is considerably small. In addition, since a high-speed signal processing circuit is employed, the necessary time for the self-calibration is shortened as compared with the changing time of the measuring value. Accordingly, an

output of the detecting means 1 is not disturbed even when the self-calibration is performed during the measurement, thereby realizing a so-called on-line calibration.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio



JAPANESE UNEXAMINED PATENT PUBLICATION

(11) Publication number: 3-134552

(43) Date of publication of application:
07.06.1991

(51) Int.Cl.

G01N 27/22
27/00

(21) Application number:

1-271666

(71) Applicant:

K.K. Hitachi Seisakusho

(22) Date of filing:

20.10.1989

(72) Inventor:

SATORU SHIMADA

KIYOMITSU SUZUKI

SHIGEKI TSUCHITANI

SEIICHI UKAI

(54) [TITLE OF THE INVENTION] APPARATUS FOR DETECTION WITH
SELF-CALIBRATION FUNCTION

Page 372, from upper left column line 17 to upper right
column line 8

Concrete examples of the structure of a sensor element are shown in Fig. 12 and Fig. 13. The amount of displacement of a load is measured by electrostatic capacitance as shown in Fig. 12, or by a piezoelectric resistance element as shown in Fig. 13. In each of Fig. 12 and Fig. 13, the application of a force to the load in accordance with the amount of feedback in a servo system and the application of a second force are carried out by electrostatic force. 61a and 61b are electrodes for detecting electrostatic capacitance in accordance with the displacement, 62a and 62b are electrodes for applying electrostatic force for a servomechanism, 63a and 63b are electrodes for applying an electrostatic force to exerting the second force on the load. These electrodes can be realized by a single common electrode, if the constitution

(1)

of the circuits for the servo system and the electrostatic force application are adequately designed.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-134552

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)6月7日

G 01 N 27/22
27/00D 6843-2G
Z 6843-2G

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全12頁)

⑮ 発明の名称 自己校正機能付検出装置

⑯ 特 願 平1-271666

⑰ 出 願 平1(1989)10月20日

⑱ 発 明 者 嶋 田 智 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内

⑲ 発 明 者 鈴 木 清 光 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内

⑳ 発 明 者 土 谷 茂 樹 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内

㉑ 発 明 者 鶴 飼 征 一 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

自己校正機能付検出装置

2. 特許請求の範囲

1. 物理量を電気量として検出する装置であつて、検出手段とこれを刺激する手段及び信号処理手段を有し、該処理手段から発し、前記刺激手段を通じて校正用信号を前記検出手段に与え、検出手段固有の応答を測定し、その変化分に基づいて自己校正と特性補正を行う機能を備えたことを特徴とする検出装置。
2. 物理量を電気量として検出する装置のデータ処理方法であつて、処理手段から発し、刺激手段を通じて校正用信号を検出手段に与え、検出手段固有の応答信号を測定し自己校正処理を行い、予め測定した初期特性と比較しその変化分に基づいて特性補正処理を行うことを特徴とするデータ処理方法。
3. 通信機からの指令を受け、第2項記載の自己校正及び特性補正を行うことを特徴とする検出

装置システム。

4. 第2項記載の検出装置であつて、自己校正及び特性補正結果を処理装置または通信機に設けた表示手段に表示し、要すれば記憶手段に記憶することを特徴とする検出装置システム。
- ⑤ 第1項記載の検出装置であつて、検出手段、刺激手段及び処理手段がシリコン基板に形成されたことを特徴とする検出装置。
6. 第2、3項記載の検出装置システムであつて、通信機は識別コードを有する複数の検出装置と通信することを特徴とする検出装置システム。
7. 第2、3項記載の検出システムであつて通信信号は、電磁波または超音波の断続により構成され通信機が搬送自在であることを特徴とする検出装置システム。
- ⑧ 第5項記載の検出装置であつて、検出手段と刺激手段がシリコン単結晶基板に形成され、基板上に形成した酸化膜または窒化膜をマスクとして異方性エッチング加工により製造したことを特徴とする検出装置。

9. 第1項記載の検出装置であつて、検出装置、刺激装置が珪酸ガラスを介して静電接合されたことを特徴とする検出装置。

10. 第1項記載の検出装置であつて、検出手段がピエゾ抵抗素子を形成した起歪体からなり、刺激手段として該起歪体の中央部に形成した静電容量を介して校正電圧信号を印加し、前記ピエゾ抵抗素子の抵抗を測定しこの変化に基づいて感度の校正を行うことを特徴とする検出装置。

11. 第1項記載の検出装置であつて、検出手段が支持された可動電極と固定電極とからなる可変静電容量であり、刺激手段として前記可動電極ともう一つの固定電極とで形成した静電容量を介して校正電圧信号を印加し前記可変静電容量の容量を測定しこの変化に基づいて感度の校正を行うことを特徴とする検出装置。

12. 第1項の検出装置であつて、検出手段が固体電解質を挟んで両側に形成された電極、ガス拡散膜及び限界電流測定部からなり、刺激手段として定電流供給部を設け、これにより校正電流

信号を印加し、前記限界電流の検出時間を測定してこの変化に基づいて感度の校正を行うことを特徴とする検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は物理量を電気信号に変換し、この値から物理量を検出する検出装置に係り、特に自己校正機能と特性補正を備えた検出装置に関する。(従来の技術)

従来の装置は例えば特開昭61-31952号公報に記載のように校正動作中は計測動作を中止しオフラインで校正動作を行う。検出装置に現われる特性を分析することにより劣化診断を行う装置として特開昭61-212753号が挙げられるが、同様にオフラインで劣化だけ診断するものである。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術の校正はオフラインでの作業の自動化という観点からなされている。また、オンラインでは監視を行なつて警報を出すというレベルで、検出装置の信頼性を上げる提案がされている。

しかし、オンライン中の校正について配慮されていないため校正中は測定値の変動時間に比べて長い時間に亘り測定できないという問題があった。

本発明はオンライン中に自己校正することを目的としており、その達成手段または方法を備えた検出装置を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、これらの校正、補正を離間、遠隔位置から広域、多数を対象に行い保守性、安全性の高い検出装置システムを提供することである。

本発明のさらに他の目的は小形で生産性の高い自己校正、補正機能付の検出装置を提供することである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するためには、測定値の変動周期に比べて十分短い時間に校正あるいは補正処理を実行する必要がある。オンライン中、つまり測定動作中の校正あるいは補正処理により測定中のデータに擾乱、誤差を与えてはならないからである。電気信号の処理装置に関しては近年のLSI

技術の進歩により極めて高速の半導体ICが製品化されている故、比較的変動が早い自動車などの計測に用いる場合の数10～100 μ sには対応できる。従つて解決すべき問題は検出手段を駆動させる時間の短縮化である。そこで本発明では検出手段に近接させてこれを刺激駆動する手段を設ける構成とした。近年進歩しているシリコン等のマイクロマシニング技術を応用すれば小形の例えば数100 μ mサイズのセンサ即ち検出装置とアクチュエータ即ち刺激装置を一体化構成させることも可能である。このような小形で一体化の構成により検出装置に対する遅れなく校正信号としての刺激を与えることができる。

上記他の目的を達成するために正確な校正信号を検出装置に与え、その応答を正確に測定処理することが必要である。このため一実施例としては高精度、高分解能なアナログ・デジタル変換器を含む信号処理回路を用いて校正信号を与え検出装置固有の応答電気信号を処理すると共に、マイクロプロセッサを用いて工夫された自己校正のアル

ゴリズムを正確かつ迅速に実行することで実現できる。

上記他の目的を達成するため一実施例としては、処置装置に通信機能を持たせ、別に用意した通信機から遠隔離間して自己校正と特性補正を指令し、その結果を確認できるようにしたものである。

〔作用〕

本発明の検出装置は、検出手段に近接一体化させて刺激手段を設け、これを通じて校正用信号を与える構成をとっている。故に検出装置からの応答遅れが極めて少ない。併せて高速信号処理回路を用いている故、自己校正をする際の所要時間を測定値の変動時間に比べ短くすることができる。従って測定中において、自己校正を行っても検出装置の出力に擾乱を与えることがなく、いわゆるオンライン校正が可能である。

処理手段に用意した校正、補正アルゴリズムにより検出装置の初期特性と使用時の特性を比較し、常に補正するため初期性能を保持し信頼度を向上させることができる。

段1の出力信号を増幅器412aおよびアナログデジタル変換器42に取り込みデジタル信号に変換する。この値を基に電源電圧 E_x を供給したり、刺激手段2へ増幅器421bを介して校正信号を加えたりする。これにより誤差が補正できる高精度の検出出力が得られる。

次に具体的例として静電容量式圧力センサを例としてスパン校正原理を第3図～第5図を用いて説明する。

容量式圧力センサは第3図のように、面積 A の電極板1aと1bの間に差圧 ΔP によつて変位する電極板2を挟んだ構造となつている。差圧が負荷されていないときの各極板間隔を X_0 とする。またこれらの極板間は誘電率 ϵ の物質で満たされているとする。

差圧 ΔP が負荷されたとき、第4図のように中間電極は Δx だけ変位する。変位量は Δx はほぼ差圧に比例するため、 $\Delta x = k \cdot \Delta P$ となる。ここで、 k はコンプライアンス（バネ定数の逆数）である。

〔実施例〕

第1図により一実施例としての基本構成を説明する。1は検出手段、2はこれに近接一体化して設けた刺激手段、3はその部組体、4は第2図に示すような構成であつて検出手段1、刺激手段2を励起するための電源電圧 E_x を供給したり、刺激手段2へ与える校正用の信号を作成したり、また検出手段1からの応答出力信号を増幅、変換する、いわゆる信号調整機能とマイクロコンピュータ44を用いたデジタルデータ処理により入力間の校正や特性補正機能を有する信号処理手段である。5はこれらを含んだ検出装置である。通常は、全体として検出装置は圧力、流量、加速度などの入力物理量があるビット数のデジタル値に変換して出力する。7は通信路で信号処理手段4との間で指令信号、出力信号を送受信したり表示する機能を有する。

第2図は信号処理手段の具体的回路でメモリ45を有するマイクロコンピュータ44からの指令によりマルチプレクサ411が動作して検出手

k が経時変化すると仮定し時間 T の関数として $k(T)$ と表わす。上記、中間極板2の変位により電極1aと電極2間の容量 C_1 と電極2と電極1b間の容量 C_2 の間に容量差 ΔC が生じる。

第5図のような回路構成とすることにより、差圧による容量差 ΔC が次の式で検出できる。

$$e = \frac{\Delta C}{C_1 + C_2} E \quad \dots (1)$$

ここで E は励起電圧、 e は検出される電圧。 ΔC は $C_2 - C_1$ である。またこれを負荷された差圧 ΔP で表現すると、

$$e = \frac{k(T)}{X_0} \Delta P E \quad \dots (2)$$

となる。この式より、最大差圧 ΔP_{max} を負荷したときの検出電圧 e_{max} すなわち出力スパンはもしコンプライアンス k が経時変化すると経時変化することが分かる。

中間電極の電圧 V を印加し静電力により変位 Δx_0 を生じしめこの時の出力電圧 e を測定しこれらの関係から上記のスパン変化を校正する。

まず、第5図に示す校正電圧 V を(3)式のように選ぶ。

$$V = E / 2 + v \quad \dots (3)$$

ただし、 $v \ll E / 2$ とするとき、電圧 V による変位は第6図の Δx のようになり、

$$\Delta x \approx \frac{1}{2} \frac{A^2}{X_0^2} k(T) E \cdot v \quad \dots (4)$$

4式で与えられる。

このとき出力電圧 e は

$$e = \left[\frac{k(T)}{X_0} P + \frac{1}{2} \frac{A^2}{X_0^2} k(T) E \cdot v \right] \cdot E \quad \dots (5)$$

となるため、 V を変化させることにより $k(T)$ が分かり、スパン校正が可能となる。

以下にその手法を示す。

校正電圧 v_1 、 v_2 印加時の出力を e_1 、 e_2 と定義する。(5)式から圧力依存の項を除くため、

$$\begin{aligned} \Delta e &= e_1 - e_2 \\ &= \frac{1}{2} \frac{A^2}{X_0^2} k(T) E^2 (v_1 - v_2) \end{aligned}$$

る。経路2は任意時刻の校正時に実行され、現在の差分値 $\Delta e - \text{present}$ を算出し $\Delta e - \text{init}$ との比である校正係数 d を算出し記憶更新する。

このように、検出電圧 e に校正係数 d を乗じた校正電圧 \tilde{e} により感度ドリフトが補正された圧力を得ることができる。

第8、第9図はシリコンのマイクロマシーニング技術を用いた半導体加速度センサの代表的な2つの方式である静電容量式及びピエゾ抵抗式の基本的な構造である。

加速度センサは、加速度が存在する場合、ある一定の質量に作用する慣性力の測定から加速度を求めるものである。第8図、第9図の加速度センサでは、51の中部シリコン基板に異方性エッチングによって荷重53と荷重を支持するカンチレバー54を形成する。加速度 a が印加されると荷重(質量 m)には慣性力 $F_1 = m a$ が働き変位しようとする。一方、カンチレバーにはばねとしての作用があり、荷重に変位方向とは逆方向の復元力 $F_2 = k x$ (k : ばね定数, x : 変位量)を与える。そして荷重は2つの力がつり合う位置まで変

を計算し、初期 $T=0$ のときの Δe との比を

$$d \equiv \frac{\Delta e(T=0)}{\Delta e(T)} = \frac{k(T=0)}{k(T)}$$

とする。この d を用いて校正出力 \tilde{e} は $\tilde{e} = d \cdot e$

のように計算できる。(ただし $v=0$ である)

第7図にマイクロコンピュータにおける処理の流れ図を示す。第7図(a)はメインルーチンであり通常の測定作業は経路1を流れる。該経路では(5)式における $v=0$ の時の検出電圧 e を測定し、校正係数 d を乗じて校正電圧 \tilde{e} を算出する。

該 \tilde{e} が最終検出値である。ここで、校正係数 d は経路2で算出される。マイコンプログラムには第7図(b)に示す校正測定サブルーチンが設けられており、校正用パルス電圧 V_1 および V_2 を印加してそれぞれの検出電圧 e_1 および e_2 を測定し、これら検出電圧の差分値 Δe を算出する。

校正には初期校正と任意校正の2系統がある。初期校正は製品出荷時に実施され、経路3の実行によつて初期の差分値 $\Delta e - \text{init}$ を算出し記憶す

位する。この時の変位量 x は、 $F_1 = F_2$ より

$$x = m d / k \quad \dots (1)$$

となる。従つて、変位 x から加速度 a を求めることができる。

第8図の静電容量式加速度センサでは、中部シリコン基板の上、下に位置する上部基板52a及び下部基板52bの荷重に対向した面に上部固定電極55a、55bを形成し、固定電極と荷重(可動電極)との間の静電容量から式(1)の変位 x を求め、加速度を測定する。

一方、第9図のピエゾ抵抗式では、カンチレバー上に不純物拡散領域から成るゲージ部58を形成する。加速度によつて荷重が変位するとカンチレバーが変形し、ピエゾ抵抗効果によつてゲージ部の電気抵抗が変化する。このゲージ部の電気抵抗から変位さらに加速度を求めるものである。

荷重と固定電極間の静電容量又はゲージ部の電気抵抗から信号処理回路によつて、加速度に対応した出力信号 $V(a)$ が得られる。多くの場合、出力と加速度 a は直線関係になるよう信号処理され

ることから、出力 $V(\alpha)$ を次式で表す、

$$V(\alpha) = p\alpha + q \quad \dots(2)$$

今、センサが何らかの原因で経時変化を起こすとする。加速度と出力の直線関係が維持(近似的にでも良い)されたまま変化するとすると、出力は時間の関数にもなり、

$$V(\alpha, t) = p(t)\alpha + q(t) \quad \dots(3)$$

となる。この時、加速度-出力特性(3)のスパン $p(t)$ および零点 $q(t)$ が正しくわかつていれば、出力 $V(\alpha, t)$ の測定から加速度 α を正確に求めることができる。

式(3)において、 $p(t)$ と $q(t)$ が未知である時、これを求めるためには、何らかの方法で2つの異なる加速度 α_1, α_2 を発生させ、それに対応した出力 $V(\alpha_1, t), V(\alpha_2, t)$ を測定すれば良いことがわかる。すなわち、

$$\begin{aligned} V(\alpha_1, t) &= p(t)\alpha_1 + q(t) \\ V(\alpha_2, t) &= p(t)\alpha_2 + q(t) \end{aligned} \quad \dots(4)$$

という2つの連立方程式から $p(t), q(t)$ を求めることができる。

め既知であれば、この時のセンサの出力 $V(x_1, t)$ 及び $V(x_2, t)$ を測定すると、式(5)、(6)より $p(t), q(t)$ を求めることができる。

荷重を任意の時に変位させ、ストツバに接触させるには、静電容量式の場合、加速度に対応した静電容量を求めるための上部固定電極55a又は下部固定電極55bと荷重との間に電圧を印加して両者の間に静電気力を加える。ピエゾ抵抗式でも同様に上部固定電極55a及び下部固定電極55bを形成し、荷重との間に電圧を印加する。

以上のように、定期的に固定電極と荷重との間に電圧を印加し、その出力から簡単な演算によって加速-出力特性の経時変化を補正することができる効果がある。しかも、この補正はセンサに加速度が印加されている状態でも可能であるという特長がある。

以上の実施例では、荷重の変位量を測定し、これから加速度を求めるというものであった。代表的な加速度センサにはこれら以外にサーボ式がある。この方式は、加速度による荷重の変位量を計

一方、加速度 α は荷重の変位 x と式(1)によって与えられる関係で対応している。従って、加速度 α_1, α_2 を設定することは、それに対応した変位 x_1, x_2 を設定することと等価となる。式(1)、(4)から、

$$\begin{aligned} V(x_1, t) &= p'(t)x_1 + q(t) \\ V(x_2, t) &= p'(t)x_2 + q(t) \end{aligned} \quad \dots(5)$$

となる。ここで

$$p'(t) = k p(t) / m \quad \dots(6)$$

式(5)における定まった変位 x_1, x_2 は比較的容易に実現することができる。すなわち、荷重をアクチュエータによって強制的に変位させ、ある特定の位置 x_1 及び x_2 の所でセンサ出力 $V(x, t)$ の性質が急に変化するように構成するか、それ以上変位しないようにすれば良い。

第10図及び第11図はその一例である。これらの実施例では、荷重に加速度又は外力が働いてもある一定の値以上変位しないようストツバ60a, 60bが設けられている。荷重がこれらのストツバに接触した時の変位量 x_1, x_2 があらかじ

測し、この変位量信号をフィードバックして信号に応じてセンサ内部で何らかの方法によって荷重に逆向きの力を印加し、荷重を元の位置にもどしてやるというもので、フィードバック量が加速度の大きさに対応することから、このフィードバック量から加速度を求める。この方式では、変位量は加速度によらず常にほぼ一定である。

変位量の計測には、上の実施例と同様静電容量やピエゾ抵抗がよく用いられる。また、フィードバック量に応じて荷重に力を加えるのには、静電気力や磁気力よく用いられる。

サーボ式のセンサでも最終的な出力信号と加速度の関係は式(2)で表わされる場合が多い。ここで、荷重にサーボ系のフィードバック量に応じた力以外に第2の力 F を加えたとする。この時のセンサ出力は次式で表わされる。

$$V(\alpha, F) = p(\alpha + F/m) + q \quad \dots(7)$$

ある定まった2種類の大きさの第2の力 F_1, F_2 を加えた場合は、

$$V(\alpha, F_1) = p(\alpha + F_1/m) + q \quad \dots(8)$$

$$V(\alpha, F_2) = p(\alpha + F_2/m) + q$$

上式から下式を引くと、

$$V(\alpha, F_1) - V(\alpha, F_2) = p(F_1 - F_2)/m \quad \dots(9)$$

$V(\alpha, F_1), V(\alpha, F_2), F_1, F_2, m$ が既知であれば p を求めることができる。

また、力 F を加えたまま ($F=0$ でもよい) モータなどのアクチュエータでセンサ素子の上下を逆転してやると、センサに対して印加される加速度及び第2の力は逆向きになるので出力は次式のようにになる。

$$V(-\alpha, -F) = p(-\alpha - F/m) + q \quad \dots(10)$$

式(7)と(10)を加えると

$$V(\alpha, F) + V(-\alpha, -F) = 2q \quad \dots(11)$$

q は式(11)より求めることができる。

具体的なセンサ素子構造の一例を第12、第13図に示す。第12図では静電容量で、また第13図ではピエゾ抵抗素子で荷重の変位量を測定する。また両者ともサーボ系を形成するためのフ

ードバック量に応じた荷重への力の印加及び第2の力の印加は静電気力で行う。61a、61bは変位に応じた静電容量検出用電極、62a、62bはサーボ用静電気力印加電極、63a、63bは荷重に第2の力を加えるための静電気力印加電極である。これらの電極は適当なサーボ系及び静電気力印加用の回路構成をとればお互いに兼用することができる。

サーボ式においては、荷重の変位は常にほぼ一定であることから、静電気力印加電極63a、63bと荷重の間の間隙の大きさは一定であるので、式(8)における一定の力 F_1 及び F_2 は静電気力印加電極に加える電圧を変えるだけで与えられる。電極面積、間隙の大きさ、印加電圧がわかっているれば、 F_1, F_2 の大きさは計算できる。

以上の実施例によれば、サーボ式加速度センサの加速度-出力特性の経時変化を補正できる効果がある。

本発明による自己診断機能付センサの概念を自動車用空燃比センサへ適用した場合の例を以下に

述べる。空気過剰率 λ と排ガス成分濃度及び起電力の関係を第14図に示す。良く知られているように、リーン領域 ($\lambda > 1$) では残存酸素濃度が、リッチ領域 ($\lambda < 1$) では一酸化炭素や水素などの未燃ガス濃度が空気過剰率 λ に対応して増加する。自動車の排ガス規制へ対応するために、これまで理論空燃比 ($\lambda = 1$) で階段状の出力特性を示す起電力 e_λ を利用した O_2 センサがエンジン制御用のキセセンサとして実用されている。しかし、リッチ領域での高出力化、理論空燃比での排ガス浄化性及びリーン領域での経済性を両立させるためには、理論空燃比のみしか検出できない O_2 センサでは対応できない。それ故、エンジンの最適な燃焼制御を達成するために、リッチ領域からリーン領域に渡る広い範囲の空気過剰率 λ を連続的に、しかも高精度に検出できる空燃比センサの実現が強く望まれている。この目的のために、ガス拡散膜における前述の各種ガス成分の拡散律速現象とジルコニア固体電解質の酸素ポンプ現象を利用した方式の空燃比センサが知られている。

良く知られたこの方式の空燃比センサの $V-I$ 特性の一例を第15図に示す。この図は検出部に印加した励起電圧 E と検出部を流れるポンプ電流 I_p の関係を示したものである。図に示すように、ポンプ電流 I_p はある範囲の励起電圧に渡って一定値を示す。これは、ガス拡散膜における拡散抵抗 R と空気過剰率 λ によつて決まる値であり、限界電流値と呼ばれている。この限界電流値 I_p の大きさから、空気過剰率 λ を測定するものである。

拡散抵抗 R はガス拡散膜へのゴミの付着やガス拡散膜自体のマイクロクラックによつて変化し、これに応じて限界電流値 I_p も変る。前者の場合は、拡散抵抗が大きくなる故、限界電流値は減少する。これに対して、後者の場合は拡散抵抗が小さくなって、限界電流値は増加する。いずれの場合も、空気過剰率 λ の高精度な検出はできなくなる。

空気過剰率 λ に対応した限界電流値を出力電圧 V_o に変換した特性を第16図に示す。図中へ、空燃比センサの初期特性を実線で示した。ガス拡

拡散部の拡散抵抗Rが経時変化によつて大きくなった場合の出力特性を一点鎖線で、拡散抵抗Rが小さくなった場合の出力特性を二点鎖線で示した。図に示すように、空燃比センサの零点、即ち理論空燃比点($\lambda = 1$)における出力電圧は変化しない。これは、第15図に示すように、理論空燃比点における限界電流値が零であるからである。リッチ領域($\lambda < 1$)あるいはリーン領域($\lambda > 1$)における出力電圧が変化するのみ、即ち空燃比センサの感度が変化するのみである。

次に、本発明による校正用の電気信号を加えたときのセンサ固有の電流の変化分を測定し、この電気信号と電流の変化分に基づき、感度の経時変化を補正した自己診断機能付空燃比センサを第17図により説明する。

図において、空燃比センサの検出部はジルコニア固体電解質100、多孔質電極101、102及びガス拡散膜103よりなる。ジルコニア固体電解質100は袋管形状よりなり、その内面に多孔質電極101、外面に多孔質電極102とガス

拡散膜103が形成される。ジルコニア固体電解質100を隔壁として、前者は大気雰囲気へ、後者は排ガス雰囲気中へさらされる。

検出手段はスイッチ104、限界電流値I_L、測定部105よりなり、刺激手段は定電流I₀供給部106よりなる。処理手段107は、自己校正機能を有し、望しくはマイクロ・コンピュータで構成される。スイッチ104は接点108、109及び110よりなり、接点108が接点109と接続されたときは定電流I₀供給部106が動作し、接点108が接点110と接続されたときは限界電流値I_L、測定部105が動作することを模式的に示している。なお、接点108が接点109と110のいずれにも接続されていないときは、限界電流値I_L、測定部105、定電流I₀供給部106の両方とも動作しない。

排ガス雰囲気中のガス濃度は空気過剰率 λ によつて変り、残存酸素や一酸化炭素などの未燃ガス成分の濃度に応じた限界電流値I_Lは接点108と110が閉じているとき、限界電流値I_L、測定

部105によつて計測される。空燃比センサの出力特性は所定時間毎(例えば、約1ヶ月毎)に自己診断される。即ち、ある所定の空気過剰率 λ (望しくは、理論空燃比点 $\lambda = 1$)の状態で長く続いているとき、自己診断機能部107はスイッチ104を制御して接点108と109を接続し、定電流I₀供給部106を駆動する。定電流I₀供給部106は検出部へ校正用の電気信号I₀を強制的に供給して、大気雰囲気側の多孔質電極101部よりジルコニア固体電解質100を介して排ガス雰囲気側の多孔質電極102部へ定電流I₀に応じた一定量の酸素を送り込むことができる。

この酸素は多孔質電極102部よりガス拡散膜103を介して排ガス雰囲気中へ放出される。酸素の放出速度はガス拡散膜103の拡散抵抗Rによつて決まる故、多孔質電極102部とガス拡散膜103部界面の酸素濃度の変化を計測することによつて、空燃比センサの感度の経時変化を診断することが可能になる。ガス拡散膜103部の拡

散抵抗Rが大きいときは酸素の放出速度は遅く、拡散抵抗が小さいときは早くなる。

前に述べたように、酸素の放出速度が初期値より遅くなつたときは空燃比センサの感度が低下、逆に早くなつたときは感度が増加した証拠である。定電流I₀供給部106を動作させた直後に、自己診断機能部107の指令によつて限界電流値I_L、測定部105を間欠的に駆動し、酸素の放出速度の経時的な変化(即ち、拡散抵抗Rの経時的な変化)が推定される。拡散抵抗Rの経時的な変化が分れば、空燃比センサの感度を自己診断機能部107部で補正し、空気過剰率 λ に対応した正確な出力電圧V_{out}を取り出すことができる。

拡散抵抗Rの経時的な変化の診断方法を第18図により詳細に説明する。図において、(a)は限界電流値I_L、測定部105の出力特性、(b)は限界電流値I_L、測定部105の動作状態、(c)は定電流I₀供給部106の動作状態、(d)は接点108の完全なオープン状態を示したものである。

(a) に示すように、空気過剰率 λ は自動車の運転状態に対応した適当な空燃比へ、 $\lambda' \rightarrow \lambda = 1 \rightarrow \lambda'$ のように制御される。理論空燃比($\lambda = 1$)での運転状態がある期間経過した後、スイッチ104内の接点108を接点110から109へ切換えて一定の時間(t_0)だけ定電流 I_{sc} 供給部108を駆動し、多孔質電極101部より102部へ強制的に一定量の酸素を供給する。次に、限界電流値 I_L 、測定部105を間欠的に駆動し、検出部での I_L 変化を検出する。検出される電流値 I_L は(a)中へ一点鎖線で示す如く次第に減少し、所定の I_L 値(即ち、 I_{sc})へ下るまでに時間 τ を要する。このような I_L 値の減少は、多孔質電極102部とガス拡散膜103部との界面における酸素が排ガス雰囲気中へ放出され、この界面の酸素濃度が次第に減少するからである。

ガス拡散膜103部の拡散抵抗 R が小さくなったとき、前記の時間 τ は初期値 τ_0 より小さくなる。逆に、拡散抵抗が大きくなったときは初期値 τ_0 より大きくなる。従つて、空燃比センサの感

度は前者の場合に小さくなるように、後者の場合は逆に大きくなるように自己診断機能部107で補正される。この結果、高い精度の出力電圧 V_{out} を常に取り出すことができる。

このように、校正用の電気信号(I_{sc})を加えたときの空燃比センサ固有の変量(I_L)の変化分を測定し、この変化分の値に基づき感度の経時的な変化を診断して、補正することが可能になった。(発明の効果)

本発明によれば測定動作と共に校正動作も行なえ、連続的により正確な検出出力を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

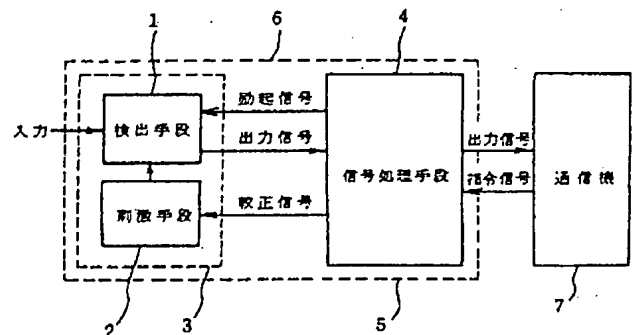
第1図は本発明の一実施例の基本構成を示す図、第2図は信号処理手段を示す回路図、第3図～第6図は静電容量式圧力センサの動作説明図、第7図(a)と第7項(b)はマイクロコンピュータにおける処理フロー図、第8図～第11図は半導体加速度センサの動作説明図、第12図と第13図に加速度センサの他の実施例を示す図、第14

図は空燃比センサの空気過剰率に対する特性図、第15図は空燃比センサの電圧-電流特性図、第16図は空燃比センサの出力特性図、第17図は自己診断機能付センサの構造図、第18図は自己診断動作の説明図である。

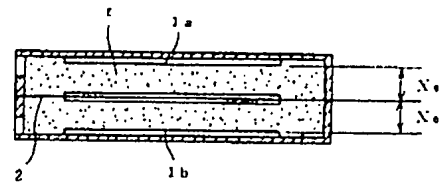
1…検出手段、2…刺激手段、4…信号処理手段、7…通信機、44…マイクロコンピュータ。

代理人 弁理士 小川勝男

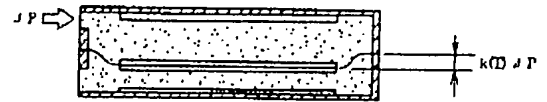
第 1 図



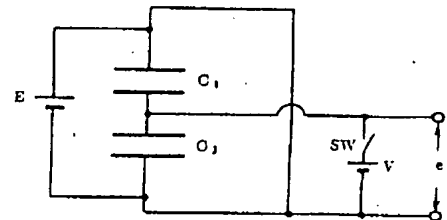
第 3 図



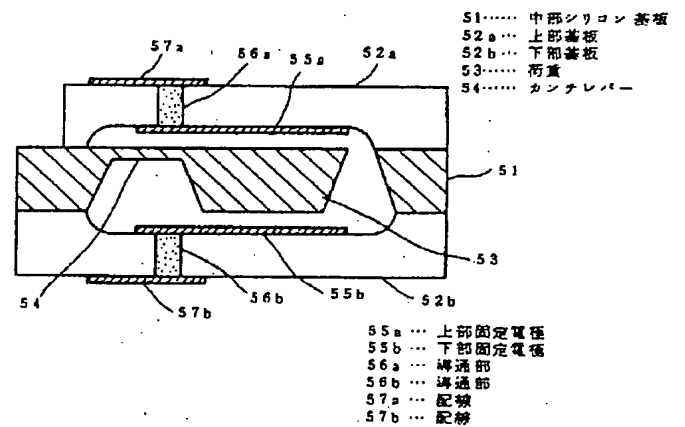
第 4 図



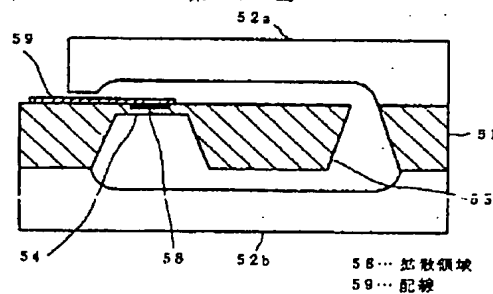
第 5 図



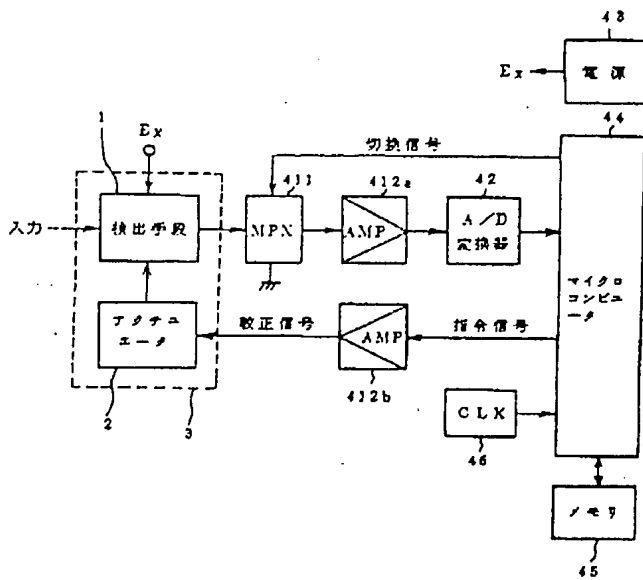
第 8 図



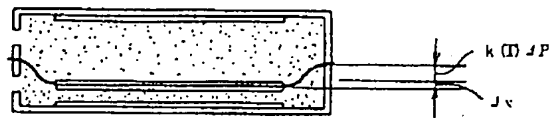
第 9 図



第 2 図

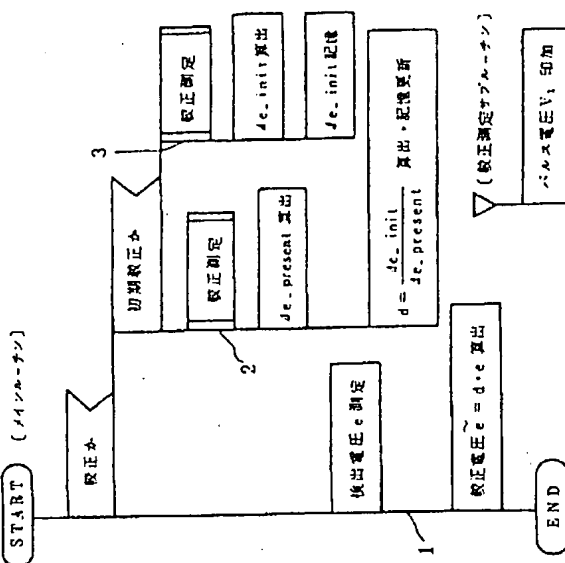


第 6 図



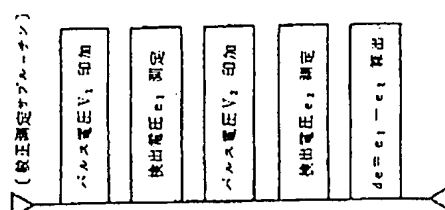
第 7 図

(a)

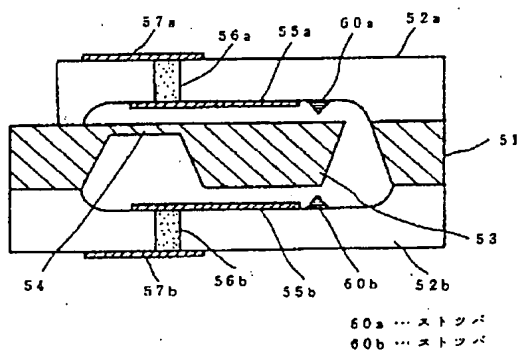


第 7 図

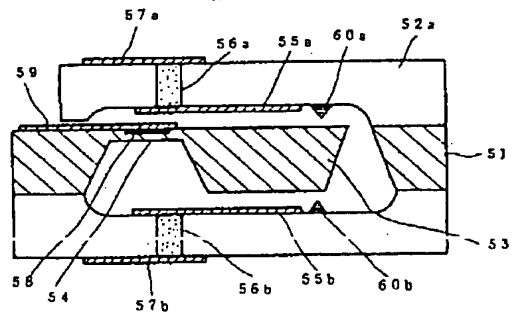
(b)



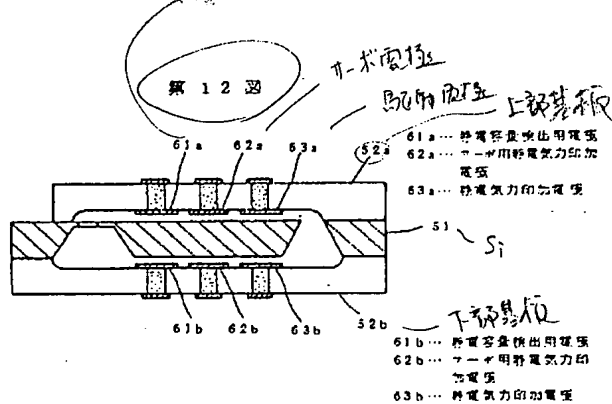
第 10 図



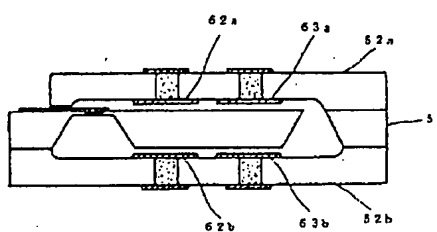
第 11 図



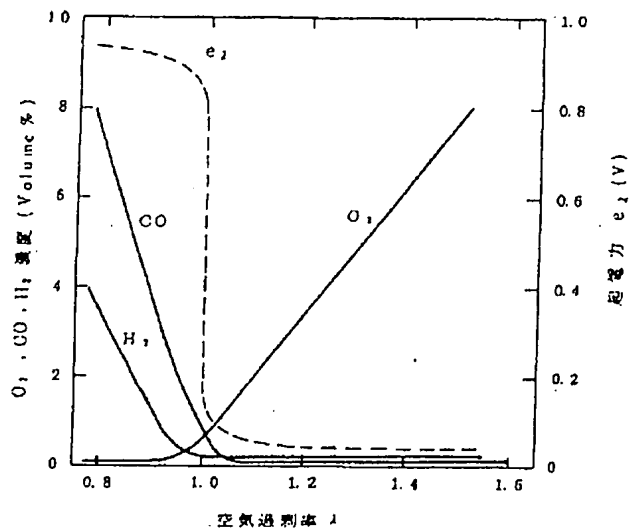
第 12 図



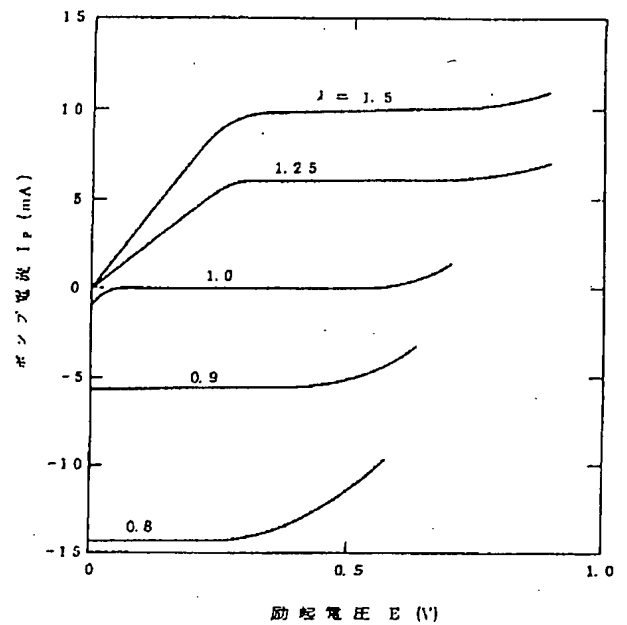
第 13 図



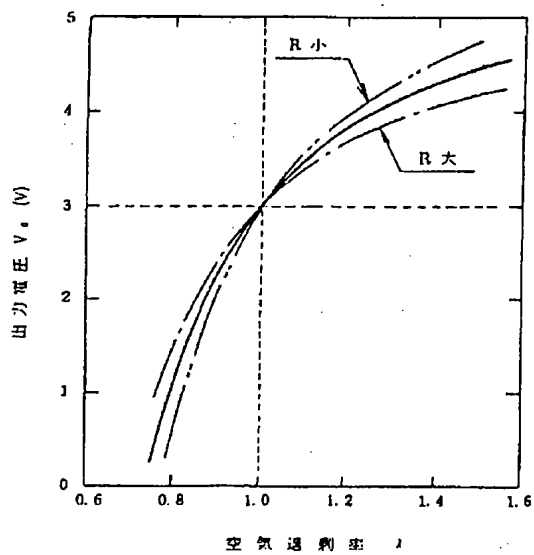
第 14 図



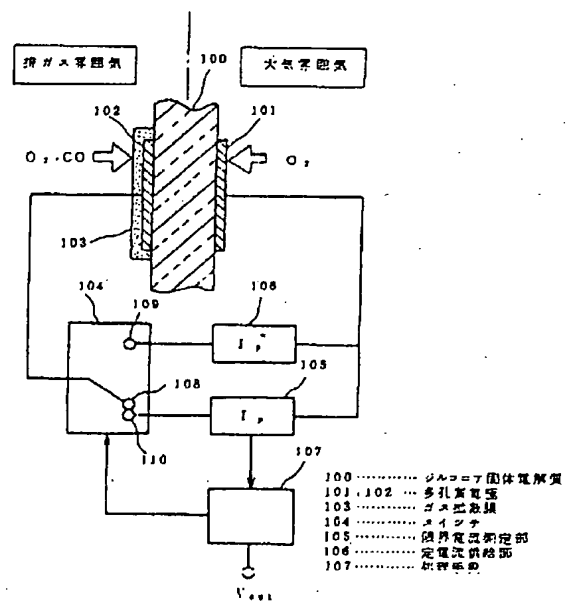
第 15 図



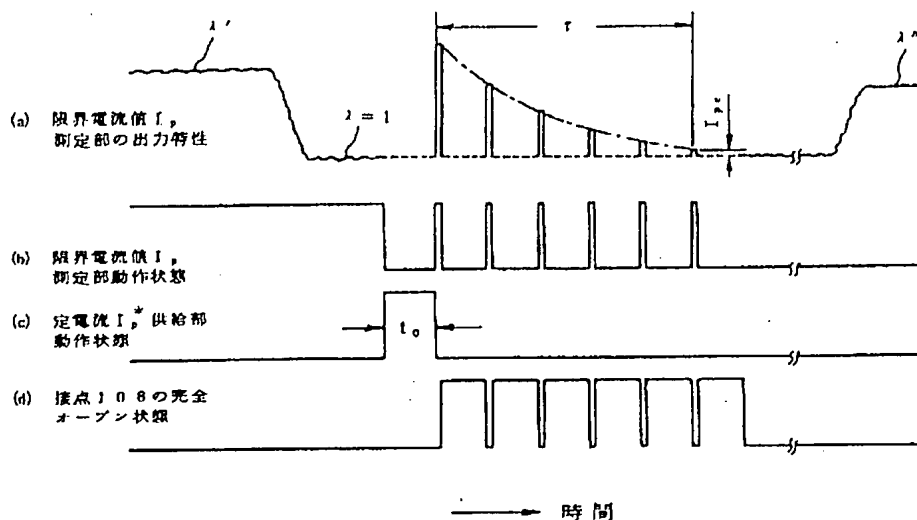
第 16 図



第 17 図



第 18 図



第 1 頁の続き

⑦発明者	兼 安	昌 美	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑧発明者	黒 岩	弘	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑨発明者	横 田	吉 弘	茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和工場内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】平成9年(1997)6月20日

【公開番号】特開平3-134552
 【公開日】平成3年(1991)6月7日
 【年通号数】公開特許公報3-1346
 【出願番号】特願平1-271666
 【国際特許分類第6版】

G01N 27/22
 27/00

【F1】

G01N 27/22 D 0274-2J
 27/00 Z 0274-2J

特許庁長官 荒井 秀 光 殿

平成 9 年 10 月 18 日

特許庁長官 荒井 秀 光 殿

事件の表示

平成1年特許願第271666号

補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (510) 株式会社 H 立 製 作 所

代理人

居 所 (〒100) 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
 株式会社 H 立 製 作 所 内
 電話東京 3212-1111(大代表)
 氏 名 (6850) 井 堀 士 小 川 陽 男

補正の対象

明細書の括弧の名称、特許請求の範囲及び発明の詳細な説明の欄。

補正の内容

1. 図1の括弧の名称を「検出装置」に改め、
 力検」と訂正する。

特許庁
 8.10.1

2. 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

3. 明細書第4頁第6行から第7頁第20行「本発明は……できる。」を

「本発明は物理量を電気信号に変換し、この値から物理量を検出する検出装置に依り、特に自己診断機能、自己校正機能あるいは特性補正を備えた検出装置に関する。

(従来の技術)

従来の装置は例えば特開昭61-31852号公報に記載のように校正動作中は計測動作を中止しオフラインで校正動作を行う。検出装置に用いられる特性を分析することにより劣化診断を行う装置として特開昭61-212753号が挙げられるが、同様にオフラインで劣化だけ診断するものである。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術の校正はオフラインでの作業の自動化という観点からなされている。また、オンラインでは監視を待って警報を出すというレベルで、検出装置の信頼性を上げる効果がされている。しかし、オンライン中の校正について配慮されていないため校正中は測定値の変動幅に比べて長い時間に戻り測定できないという問題があった。

本発明はオンライン中に自己診断あるいは自己校正することを目的としており、その達成手段または方法を備えた検出装置を提供することを目的とする。

本発明の目的は、これらの診断、校正あるいは補正を期間、適用位置から広域、多数を対象に行い保守性、安全性の高い検出装置システムを提供することである。

本発明のさらに他の目的は小形で生産性の高い自己診断、自己校正あるいは補正装置の検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためには、測定値の測定周期に比べて十分短い時間に診断、校正あるいは補正処理を実行する必要がある。オンライン中、つまり測定動作中の診断、校正あるいは補正処理により測定中のデータに擾乱、断絶を与えてはならないからである。電気信号の知覚装置に関しては近年のLSI技術の進歩により極めて高速度の半導体ICが製品化されている故、比較的変動が早い自動車などの計測に用いる場合の数10〜100μsには対応できる。従って解決すべき問題は検出手段を駆動させる時間の短縮化である。そこで本発明では検出手段に近接させてこれを制御駆動する手段を設ける構成とした。近年進歩しているシリコン等のマイクロマシンング技術を用いれば小型の例えば数100μmサイズのセンサ即ち検出装置とアクチュエータ即ち制御装置を一体化構成させることも可能である。このような小型で一体化の構成により検出装置に対する遅れなく診断あるいは校正信号としての刺激を与えることができる。

上記他の目的を達成するために正確な診断あるいは校正信号を検出装置に与え、その応答を正確に測定処理することが必要である。このため一実施例としては高感度、高分解能なアナログ・ディジタル変換器を含む信号処理回路を用いて診断あるいは校正信号を与え検出装置固有の応答電気信号を処理すると共に、マイクロプロセッサを用いて工夫された自己診断あるいは校正のアルゴリズムを正確かつ迅速に実行することで実現できる。

上記他の目的を達成するため一実施例としては外部装置に通信機能を持たせ、別に用意した通信機から遠隔隔隔して自己診断、自己校正あるいは特性補正を指令しその結果を確認できるようにしたものである。

【発明】

特許請求の範囲

1. 物理量を電気量として検出する検出装置であって、検出手段とこれを制御する手段及び信号処理手段を有し、該処理手段から得られ、前記検出手段を通じて校正用信号を前記検出手段に与え、検出手段固有の応答を測定し、その変化分に基づいて自己校正と特性補正を行う機能を備えたことを特徴とする検出装置。
2. 物理量を電気量として検出する検出手段と、前記検出手段に校正用信号を与える刺激手段と、前記校正用信号に対する前記検出手段の応答信号を測定する測定手段と、校正用前記応答信号に基づいて、前記検出手段の校正を行う校正手段と、を備えた検出装置。
3. 物理量を電気量として検出する検出装置の校正方法であって、前記検出装置に校正用信号を与え、前記校正用信号に対する前記検出手段の応答信号を測定し、校正用前記応答信号に基づいて、前記検出手段の校正を行う、検出装置の校正方法。
4. 物理量を電気量として検出する検出装置であって、検出手段とこれを制御する手段及び信号処理手段を有し、該処理手段から得られ、前記検出手段を通じて診断用信号を前記検出手段に与え、検出手段固有の応答を測定し、その変化分に基づいて診断を行う機能を備えたことを特徴とする検出装置。
5. 物理量を電気量として検出する検出手段と、前記検出手段に診断用信号を与える刺激手段と、前記診断用信号に対する前記検出手段の応答信号を測定する測定手段と、

【作用】

本発明の検出装置は、検出手段に近接一体化させて制御手段を設け、これを通じて診断あるいは校正用信号を与える構成をとっている故、検出装置からの応答遅れが極めて少ない。併せて高速信号処理回路を用いている故、自己診断あるいは校正を行う際の所費時間を測定値の変動時間に比べ短くすることができる。従って測定中において、自己診断あるいは校正を行っても検出装置の出力に擾乱を与えることがなく、いわゆるオンライン診断あるいは校正が可能である。

処理手段に用意した診断、校正、補正アルゴリズムにより検出装置の初期特性と使用時の特性を比較し、常に補正するため初期性能を保持し信頼度を向上させることができる。」

と訂正する。

4. 明細書第28頁第10行、^{の5行目には付する。}「本発明……~~付する~~」を

「本発明によれば、診断あるいは校正動作を行うことにより、正確な検出力を得ることができる。」

と訂正する。

以上

手段と、

診断用前記応答信号に基づいて、前記検出手段の診断を行う診断手段と、

を備えた検出装置。

6. 物理量を電気量として検出する検出装置の診断方法であって、

前記検出装置に診断用信号を与え、

前記診断用信号に対する前記検出手段の応答信号を測定し、

診断用前記応答信号に基づいて、前記検出手段の校正を行う、検出装置の診断方法。

7. 外部からの指令を受け、請求項1から6のいずれか記載の前記診断または前記校正を行うことを特徴とする検出装置システム。

8. 請求項5または6記載の検出装置であって、

前記検出手段がピエゾ抵抗素子を形成した超歪体からなり、前記刺激手段として試歪体の中央部に形成した静電容量を介して診断用信号を印加し、前記ピエゾ抵抗素子の抵抗を測定しこの変化に基づいて感度の診断を行うことを特徴とする検出装置。

9. 請求項5または6記載の検出装置であって、

前記検出手段が与付された可動電極と固定電極とからなる可変静電容量であり、前記刺激手段として前記可動電極ともう一つの固定電極とで形成した静電容量を介して診断用信号を印加し前記可変静電容量の容量を測定しこの変化に基づいて感度の診断を行うことを特徴とする検出装置。

10. 請求項5または6記載の検出装置であって、

前記検出手段が両端電極を挟んで両側に形成された電極、ガス拡散層及び境界電極制御部からなり、前記刺激手段として定電流供給部を設け、これにより診断用信号を印加し、前記境界電極の減衰

時間を測定してこの変化に基づいて感度の修正を行うことを特徴とする検出装置。」